

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003 年 8 月 28 日 (28.08.2003)

PCT

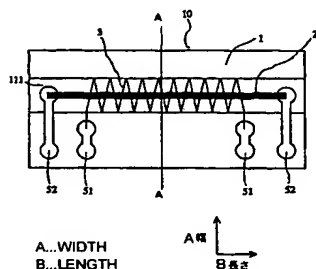
(10) 国際公開番号  
WO 03/071299 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G01R 33/02 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP03/01749 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 本蔵 義信  
(22) 国際出願日: 2003 年 2 月 19 日 (19.02.2003) (HONKURA, Yoshinobu) [JP/JP]; 〒476-8666 愛知県  
(25) 国際出願の言語: 日本語 東海市 荒尾町ワノ割 1 番地 愛知製鋼株式会社  
(26) 国際公開の言語: 日本語 内 Aichi (JP). 山本 道治 (YAMAMOTO, Michiharu)  
(30) 優先権データ: 特願2002-42325 2002 年 2 月 19 日 (19.02.2002) JP [JP/JP]; 〒476-8666 愛知県 東海市 荒尾町ワノ割  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 愛知製 1 番地 愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP). 森 正樹  
鋼株式会社 (AICHI STEEL CORPORATION) [JP/JP]; (MORI, Masaki) [JP/JP]; 〒476-8666 愛知県 東海市 荒  
〒476-8666 愛知県 東海市 荒尾町ワノ割 1 番地 Aichi 尾町ワノ割 1 番地 愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP). 幸  
(JP). 谷 吉晃 (KOUTANI, Yoshiaki) [JP/JP]; 〒476-8666 愛  
(74) 代理人: 高橋 克彦 (TAKAHASHI, Katsuhiko); 〒458- 知県 東海市 荒尾町ワノ割 1 番地 愛知製鋼株式会社  
0815 愛知県 名古屋市 緑区 徳重 1 丁目 8 0 2 番 3 内 Aichi (JP).  
S A F 徳重 1 階 Aichi (JP).

[続葉有]

(54) Title: MAGNET WITH ELECTROMAGNETIC COIL/IMPEDANCE/SENSOR ELEMENT

(54) 発明の名称: 電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子



(57) Abstract: A magnet with electromagnetic coil/impedance/sensor element comprising an electrode wiring board (1) having a groove (11) made to extend in some direction, an electromagnetic coil (3) consisting of one coil (31) formed spirally in the extending groove (11) of the electrode wiring board (1) and the other coil (32) connecting respective upper ends of one coil, an insulator (4) being inserted into the extending groove (11) of the electrode wiring board (1), and a magnetosensitive body (2) inserted into the insulator (4) and being applied with a high frequency or pulse current, and outputting a voltage corresponding to the strength of an external field being generated in the electromagnetic coil upon application of the high frequency or pulse current.

(57) 要約:

ある方向に延在する延在溝 (11) が形成された電極配線基板 (1) と、該電極配線基板 (1) 内の前記延在溝 (11) 内に螺旋状に形成された一方のコイル (31) と該一方のコイルの各上端を接続する他方のコイル (32) とから成る電磁コイル (3) と、前記電極配線基板 (1) の前記延在溝 (11) 内に挿置される絶縁体 (4) と、該絶縁体 (4) 内に介挿され、高周波またはパルス電流が印加される感磁体 (2) とから成り、高周波またはパルス電流が印加されるときの前記電磁コイルに発生する外部磁界の強度に応じた電圧を出力する電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子。

WO 03/071299 A1



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子

## 技術分野

本発明は、磁気センサとして用いられる電磁コイルを用いるマグネット・インピーダンス・センサ素子（以下M I 素子と記す。）の小型化、高感度化および例えば自動車分野における適用を可能にするワイドレンジ化に関する。

## 背景技術

図13は、従来のM I 素子（特開2000-81471号、特開2001-296127号）の構造を示す。

M I 素子は、中心部にアモルファスワイヤからなる感磁体が電極基板上に固定されており、その電極基板周辺に電磁コイルが巻きつけられている。電磁コイルの直径は、1 mmから5 mm程度で使用していた。また、M I 素子の大きさは、幅3 mm、高さ2 mm、長さ4 mmなどが一般的である。

上記従来のM I 素子は、磁気センサとして適用すると高感度、小型化、低消費電力化がある程度達成できたが、高性能磁気センサにおける小型化に関しては必ずしも充分ではないという問題があった。

現在、当分野ではこのM I 素子を使用した高性能磁気センサ（以下M I センサと記す。）には更なる小型化が必要とされている。しかし、従来のM I 素子は電磁コイルが電極基板を外側から巻く構造であったため、サイズが大きなものにならざるを得なかった。そのため更なるM I 素子の小型化が求められていた。

## 発明の開示

そこで本発明者は、M I 素子の小型化を鋭意検討した結果、ある方向に延在す

る延在溝が形成された電極配線基板内の前記延在溝内に螺旋状に形成された一方のコイルと該一方のコイルの各上端を接続する他方のコイルとから成る電磁コイルによって、前記電極配線基板の前記延在溝内に挿置される絶縁体内に介挿された感磁体に高周波またはパルス電流が印加されたときの前記電磁コイルに発生する外部磁界の強度に応じた電圧を出力するという本発明の技術的思想に着眼した。

本発明者は、着眼した本発明の技術的思想に基づき、更に研究開発を重ねた結果、本発明に到達した。

本発明は、小型薄型化、小容積化、低消費電力化、高感度化およびワイドレンジ化を達成することを目的とする。

本発明（請求項 1 に記載の第 1 発明）の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、

ある方向に延在する延在溝が形成された電極配線基板と、

該電極配線基板内の前記延在溝内に螺旋状に形成された一方のコイルと該一方のコイルの各上端を接続する他方のコイルとから成る電磁コイルと、

前記電極配線基板の前記延在溝内に挿置される絶縁体と、

該絶縁体内に介挿され、高周波またはパルス電流が印加される感磁体とから成り

高周波またはパルス電流が印加されるたときの前記電磁コイルに発生する外部磁界の強度に応じた電圧を出力する

ものである。

本発明（請求項 2 に記載の第 2 発明）の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、

前記第 1 発明において、

前記感磁体が、アモルファスの導電性の磁性ワイヤから成る

ものである。

本発明（請求項 3 に記載の第 3 発明）の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、

前記第 2 発明において、

前記電磁コイルが、捲線内径が  $200\text{ }\mu\text{m}$  以下である  
ものである。

本発明（請求項 4 に記載の第 4 発明）の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、

前記第 3 発明において、

前記電磁コイルが、1 ターン当たりの捲線間隔が  $100\text{ }\mu\text{m}$  / 巻以下である  
ものである。

本発明（請求項 5 に記載の第 5 発明）の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、

前記第 2 発明において、

前記感磁体が、 $3\text{ mm}$  以下の長さに設定されている  
ものである。

本発明（請求項 6 に記載の第 6 発明）の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、

前記第 2 発明において、

前記感磁体が、ワイヤ径に対する長さの割合のアスペクト比を  $10$  ないし  $100$  に設定されている  
ものである。

本発明（請求項 7 に記載の第 7 発明）の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、

前記第 6 発明において、

前記電磁コイルの捲線内径が、前記感磁体のワイヤ径に対して  $1.005$  ないし  $10$  倍に設定されている  
ものである。

本発明（請求項 8 に記載の第 8 発明）の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、

前記第 2 発明において、

前記電磁コイルが、捲線内径が  $100\text{ }\mu\text{m}$  以下である

ものである。

本発明（請求項 9 に記載の第 9 発明）の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、

前記第 3 発明において、

前記電磁コイルが、1 ターン当たりの捲線間隔が  $50 \mu\text{m}$  / 巻以下であるものである。

上記構成より成る第 1 発明の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、前記電極配線基板の前記延在溝内に挿置された前記絶縁体内に介挿された前記感磁体に高周波またはパルス電流が印加された時における、前記電極配線基板内に形成された前記延在溝内に螺旋状に形成された一方のコイルと該一方のコイルの各上端を接続する他方のコイルとから成る前記電磁コイルに発生する外部磁界の強度に応じた電圧を出力するので、小型薄型化、低消費電力化を可能にするという効果を奏する。

上記構成より成る第 2 発明の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、前記第 1 発明において、前記感磁体が、アモルファスの導電性の磁性ワイヤから成るので、高感度化を実現するという効果を奏する。

上記構成より成る第 3 発明の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、前記第 2 発明において、前記電磁コイルが、捲線内径が  $200 \mu\text{m}$  以下であるので、小型薄型化を実現するという効果を奏する。

上記構成より成る第 4 発明の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、前記第 3 発明において、前記電磁コイルが、1 ターン当たりの捲線間隔が  $100 \mu\text{m}$  / 巻以下であるので、高い密度の前記電磁コイルを実現するため、高感度化を実現するという効果を奏する。

上記構成より成る第 5 発明の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、前記第 2 発明において、前記感磁体が、 $3 \text{ mm}$  以下の長さに設定されているので、小型化を実現するという効果を奏する。

上記構成より成る第 6 発明の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、前記第 2 発明において、前記感磁体が、ワイヤ径に対する長さの割合の

アスペクト比を 10 ないし 150 に設定されているので、線形性を維持して計測することが出来る計測磁場範囲が広くなり、例えば自動車分野における適用を可能にするワイドレンジ化を実現するという効果を奏する。

上記構成より成る第 7 発明の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、前記第 6 発明において、前記電磁コイルの捲線内径が、前記感磁体のワイヤ径に対して 1.005 ないし 10 倍に設定されているので、高感度化を実現するという効果を奏する。

上記構成より成る第 8 発明の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、前記第 2 発明において、前記電磁コイルが、捲線内径が  $100\text{ }\mu\text{m}$  以下であるので、小型薄型化を実現するという効果を奏する。

上記構成より成る第 9 発明の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、前記第 3 発明において、前記電磁コイルが、1 ターン当たりの捲線間隔が  $50\text{ }\mu\text{m}$  / 巻以下であるので、高い密度の前記電磁コイルを実現するため、高感度化を実現するという効果を奏する。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 実施形態および第 1 実施例の M I 素子を示す正面図である。

図 2 は、本第 1 実施形態および第 1 実施例の M I 素子を示す図 1 の A - A' 線に沿う断面図である。

図 3 は、本第 1 実施形態および第 1 実施例における溝内のコイルの配設形態を示す部分斜視図である。

図 4 は、本第 1 実施形態および第 1 実施例における溝内のコイルの配設形態を示す部分平面図である。

図 5 は、本第 1 実施形態および第 1 実施例における溝内のコイルの配設形態を示す部分平面図である。

図 6 は、本第 1 実施形態および第 1 実施例における M I センサの電子回路を示すブロック回路図である。

図 7 は、本第 1 実施形態および第 1 実施例における M I 素子を用いた M I センサにおけるセンサ出力電圧対外部磁場の特性を示す線図である。

図 8 は、本第 1 実施例のセンサと従来のボビンタイプのセンサにおける外部磁場と出力電圧の関係を示す線図である。

図 9 は、本発明の第 2 実施例の M I 素子における感磁体としての各種長さのアモルファスワイヤのレンジを比較するために外部磁場と出力電圧の関係を示す線図である。

図 10 は、本第 2 実施例の M I 素子における感磁体としての各種長さのアモルファスワイヤにおける飽和磁場 (G) とワイヤ全長すなわちアスペクト比との関係を示す線図である。

図 11 は、本発明のその他の実施形態および実施例における溝内のコイルの配設形態を示す各部分平面図である。

図 12 は、本発明のその他の実施形態および実施例における溝形状の例を示す部分断面図である。

図 13 は、比較例および従来例の M I 素子を示す正面図である。

### 発明を実施するための最良の形態

以下本発明の実施の形態につき、図面を用いて説明する。

#### (第 1 実施形態)

本第 1 実施形態の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、図 1 および図 2 に示されるように M I 素子において、電極配線基板 1 上に磁界を検知する感磁体 2 と、感磁体 2 と電磁コイル 3 の間には感磁体 2 を固定する基板が存在しない状態で感磁体の周辺に絶縁物のみを介して内径が  $200\mu\text{m}$  以下の電磁コイル 3 を配置し、感磁体 2 とコイル 3 の端子を基板 1 上のそれぞれの電極 51、52 に接続し、感磁体 2 に高周波またはパルス電流を流し、その時に電磁コイル 3 に発生する外部磁界の強度に応じた電圧を出力しようとするものである。



本M I 素子は、感磁体 2 の周辺に絶縁物のみを介して電磁コイル 3 を設置するために、その内径を  $200\text{ }\mu\text{m}$  以下にすることができ、全体としてM I 素子の小型化が達成できる。

また、本実施形態は、前記のM I 素子において、前記感磁体 2 は直径  $1\sim 150\text{ }\mu\text{m}$  の導電性の磁性ワイヤであり、前記電極配線基板 1 は深さ  $5\sim 200\text{ }\mu\text{m}$  の溝 1.1 を有し、前記電磁コイル 3 は電磁コイルの片側 3.1 が前記溝面 1.1.1 に沿って配置され、上基板 1.2 の下面に配置された電磁コイルの残り片側 3.2 が溝上面に配置され、溝面のコイルの片側 3.1 と溝上面のコイルの残り片側 3.2 との 2 層構造とする物である。

前記感磁体 2 は、直径  $1\sim 150\text{ }\mu\text{m}$  の導電性の磁性ワイヤを採用することにより、コイル径を  $200\text{ }\mu\text{m}$  以下にすることができる。

さらに、前記感磁体 2 に磁性ワイヤを採用すると、磁性ワイヤは感磁性能が優れているため、電磁コイル 1 巻あたりの出力電圧が増加するため、巻き線数が減らせるため、M I 素子の長さを短くすることができる。

また、前記電極配線基板 1 に溝 1.1 が形成された溝構造を採用することにより、電極配線基板 1 上に電磁コイル 3 を配置するより更なる小型化ができ、かつ、電磁コイル 3 への外的接触も防ぐことができ機械的に安定したM I 素子を実現することができる。

更に、本実施形態は、前記M I 素子において、前記導電性の磁性ワイヤがアモルファスからなる物である。

磁性ワイヤの材質をアモルファスに特定すると、アモルファスは感磁性能が優れているため、電磁コイル 1 巻あたりの出力電圧が増加するため、巻き線数が減らせるため、M I 素子の長さを短くすることができる。

本実施形態は、前記のM I 素子において、前記電磁コイル 3 の単位長さ当たりの捲線間隔が  $100\text{ }\mu\text{m}/\text{巻}$  以下とする物である。

前記電磁コイル 3 の 1 ターン当たり（単位長さ当たり）の巻き線間隔を小さくして、1 ターン当たり（単位長さあたり）の巻き線数を増加させることにより、出力電圧が増加する。実用的には  $100\text{ }\mu\text{m}/\text{巻}$  以下であることが好ましい。同じ出力電圧で良い場合は、M I 素子の長さを短くすることができる。

更に、本実施形態は、前記のM I 素子において前記電極配線基板1の大きさが、幅 $20\mu\text{m}$ から $1\text{mm}$ 以下、厚み $20\mu\text{m}$ から $1\text{mm}$ 以下、長さ $200\mu\text{m}$ から $4\text{mm}$ 以下であることを特徴とするM I 素子である。

電磁コイル3の円相当直径の幅、高さは最大 $200\mu\text{m}$ であるので、電極配線基板1を上記大きさにすることができ、素子全体の大幅な小型薄型化および小容積化を実現することができる。

## (第2実施形態)

本第2実施形態の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子について、以下に述べる。

一般的に高感度磁気センサは、検出入力の変化に対して検出出力の変化が大きいため感度は極めて高いが、逆に飽和磁場までのフルスケールに直ぐに到達するため検出レンジが狭いものである。レンジのワイド化を行うには、感磁素子の径に対する長さの比であるアスペクト比を小さくして、反磁界を利用する手法がある。

しかし、上記従来の図13に示される構造の高感度磁気センサ(M I, F Gセンサ)では、小型化に限界があり、ワイドレンジを実現する程度に小型化することが難しいとともに、仮に長さを短くすると感度が極端に落ちるという問題点があった。

そこで本第2実施形態におけるアモルファスワイヤの径に対する長さの比であるアスペクト比を極端に小さくし、広レンジ化を図るとともに、そのアモルファスワイヤの周りに微小な超高密度なコイルを巻きつけ、感度を向上させ、コイル形状が小さくインダクタンスLが極端に小さい為、コイルに誘起される振動は高くなるが、アナログスイッチを用いることで感度を損なうことなく磁場信号を検出するものである。

すなわち広レンジ化の観点より、アモルファスワイヤの径 $\phi 10\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ に対しアモルファスワイヤの長さを $100\mu\text{m} \sim 10000\mu\text{m}$ に設定して、アスペクト比を $10 \sim 150$ に設定すると、検出レンジは従来の $1.5 \sim 20$ 倍となり、 $10 \sim 100$ に設定すると、検出レンジは従来の $3 \sim 20$ 倍となる。

好ましくは、アスペクト比を10～50に設定すると、検出レンジは、従来の5～20倍となる。

また高感度化の観点より、アモルファスワイヤの径 $\phi$ 10 $\mu\text{m}$ ～100 $\mu\text{m}$ にに対し電磁コイルの径を10.05 $\mu\text{m}$ ～1000 $\mu\text{m}$ に設定して、1.005～10倍に設定するのが良い。

検出方法としては、アナログスイッチを利用することにより、感度を損なうことなく磁場信号の検出を可能にするものである。

以下本発明の実施例につき、図面を用いて説明する。

#### (第1実施例)

本第1実施例の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子について、図1および図2を用いて以下に説明する。

基板1の大きさは、幅0.5mm、高さ0.5mm、長さ1.5mmである。感磁体は、CoFeSiB系合金を使った直径30 $\mu\text{m}$ または20 $\mu\text{m}$ のアモルファスワイヤ2である。基板上の溝11は深さ50 $\mu\text{m}$ で幅が70 $\mu\text{m}$ で長さは1.5mmである。電磁コイル3は、溝面111に形成されたコイルの片側31と、溝上面112（樹脂4の上面41）に形成された残り片側のコイル32の2層構造により形成したものである。）

前記溝面111に形成されるコイルの片側31は、図3ないし図5に示されるように電極配線基板1の長手方向に形成された溝11の溝面111の全面および電極配線基板1の上面の前記溝11の近接部にコイルを構成する導電性の磁性金属薄膜を蒸着により形成し、形成された金属薄膜が螺旋状に残るように間隙部を構成する導電性金属薄膜部を選択エッチング手法により除去することにより形成される。

すなわち、前記溝11の溝側面113においては上下方向に垂直にコイル部311が延在形成され、前記溝11の溝底面110においては隣合う上下方向のコイル部に連続するように幅方向に対して傾斜してコイル部312が延在形成されている。

前記溝上面 1 1 2 (樹脂 4 の上面 4 1) に形成された残り片側のコイル 3 2 は、前記溝上面 1 1 2 (樹脂 4 の上面 4 1) の前記電極配線基板 1 の長手方向に形成された溝 1 1 に対向する部分の幅方向においてより広い範囲に亘りコイルを構成する導電性の磁性金属薄膜を蒸着により形成し、形成された導電性の磁性金属薄膜が一定ピッチで前記溝 1 1 の幅方向の長さより長く幅方向に短冊状に延在するように残るように一定ピッチの間隙部を形成すべく磁性金属薄膜部を選択エッチング手法により除去することにより形成される。上記コイルの上面は、必要に応じて保護膜を形成しても良い。

電磁コイル 3 の捲線内径は、円相当内径 (高さで形成される溝断面積と同一面積となる円の直径) は、 $66\text{ }\mu\text{m}$  である。電磁コイル 3 の 1 ターン当たりの (単位長さ当たり) の捲線間隔が  $50\text{ }\mu\text{m}/\text{巻}$  である。

アモルファスワイヤ 2 と電磁コイル 3 の間には、絶縁性を持つ樹脂 4 が配置され、導電性磁性アモルファスワイヤと電磁コイルの絶縁を保って保持している。電極 5 は基板上面に電磁コイル端子 5 1 と感磁体の端子 5 2 の計 4 個が焼付けられている。その電極 5 に先のアモルファスワイヤ 2 の両端と電磁コイル 3 の両端が接続されている。前記のように構成を有するのが本発明の M I 素子 1 0 である。ちなみに、本 M I 素子の大きさは、電極配線基板の大きさと同一である。

次に、前記 M I 素子 1 0 の特性を図 6 に示す M I センサを用いて評価した。評価に用いた M I センサの電子回路は、信号発生器 6 と前記 M I 素子 1 0 と信号処理装置 7 とからなる。信号は、 $200\text{ MHz}$  に相当する  $170\text{ mA}$  の強さのパルス信号で、信号間隔は  $1\text{ }\mu\text{sec}$  である。パルス信号はアモルファスワイヤ 2 に入力され、その入力時間の間に、電磁コイル 3 には外部磁界に比例した電圧が発生する。

信号処理回路 7 は、電磁コイル 3 に発生したその電圧を、パルス信号の入力に連動して開閉する同期検波 7 1 を介して取り出し、増幅器 7 2 にて所定の電圧に増幅する。

前記回路からのセンサ出力を図 7 に示す。

図 7 の横軸は外部磁場の大きさ、縦軸はセンサ出力電圧である。センサの出力は  $\pm 10\text{ G}$  の間で優れた直線性を示す。さらにその感度は  $20\text{ mV}/\text{G}$  であった

。これは、高感度磁気センサとして十分使用できるレベルである。

一方、比較例である図 1 3 に示す従来の M I 素子 9 の寸法は以下の通りである。アモルファスワイヤを固定する基板 9 1 の大きさは、幅 0.7 mm、高さ 0.5 mm、長さ 3.5 mm である。感磁体は C o F e S i B 系合金を使った直径 30  $\mu$  m のアモルファスワイヤ 9 2 である。アモルファスワイヤ 9 2 と電磁コイル 9 3 の間には、絶縁性を持つ巻き枠 9 4 により、導電性磁性アモルファスワイヤと電磁コイルの絶縁を保って保持している。

巻き枠 9 4 の樹脂モールドで形成される芯部は幅 1 mm、高さ 1 mm、長さ 3 mm である。このとき、電磁コイル 9 3 は、内径が 1.5 mm である。電極 9 5 は巻き枠 9 4 に電磁コイル端子と感磁体の端子の計 4 個が配設されている。その電極 9 5 に先のアモルファスワイヤ 9 2 の両端と電磁コイル 9 3 の両端が接続されている。前記のように構成を有するのが従来の M I 素子 9 である。この場合の M I 素子 9 の寸法は、幅 3 mm、高さ 2 mm、長さ 4 mm である。従来の M I 素子は、上記のように大きく、設置空間が限られるセンサーには適用できない。

それに対し、本第 1 実施例は非常に小型薄型であるため、携帯電話用のセンサや腕時計用センサ等の小型電子機器用超小型磁気センサに適用できる。

本第 1 実施例においては、電極配線基板 1 の長手方向に形成された溝 1 1 の溝面 1 1 1 および上基板 1 2 の下面 1 1 2 にコイルを構成する導電性の磁性金属薄膜を蒸着により形成し、形成された金属薄膜が螺旋状に残るように間隙部を構成する導電性金属薄膜部を選択エッチング手法により除去することにより、電磁コイルを形成するものであるため高い密度で小型薄型の M I 素子の製造を可能にするという効果を奏する。

本第 1 実施例の M I 素子 1 0 を使用した結果、図 3 ないし図 5 に示すように、従来の M I 素子を使用した M I センサに比較し、約 5 0 分の 1 (4 8 分の 1) という桁違いに小型化されているにも関わらず、 $\pm 10$  G の磁場領域で優れた直線性を得ることができた。

さらに比較のために図 1 3 に示される比較例としての従来のボビンタイプのセンサ (ワイヤ長さ 2.5 mm、コイル長さ 2 mm、40 ターン) と上述の第 1 実施例のセンサ (ワイヤ径  $\phi 20$   $\mu$  m および長さ 1.5 mm、コイル長さ 1 mm、

18ターン)におけるレンジについて比較した結果を、図8に示す。図8における横軸は、外部磁場であり、縦軸は、出力電圧である。

図8から明らかなように従来のボビンタイプのセンサと上述の第1実施例のセンサにおけるレンジについては、ほぼ±3Gで等しく、従来のボビンタイプのセンサに比べて上述の第1実施例のセンサの出力電圧は、8割強であり、小型薄型化した割には出力電圧の低下は低いものであるが、巻数に大きな差があるため、ターン当たりの電圧は、ボビンタイプが28mV/turnに対して、第1実施例のセンサが53mV/turnであり、ボビンタイプの約2倍であり小型化に適していることになる。

### (第2実施例)

本第2実施例の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、例えば自動車分野において適用することが出来るワイドレンジ化を実現したもので、図1ないし図5を用いて以下に説明する。

基板1の大きさは、長さを0.67mmとし、感磁体2は、CoFeSiB系合金を使った直径30μmのアモルファスワイヤ2である。電磁コイル3は、溝面111に形成されたコイルの片側31と、溝上面112(樹脂4の上面41)に形成された残り片側のコイル32の2層構造により形成したものである。素子全体の長さは、0.67mmである。

本第2実施例においては、感磁体2としてのアモルファスワイヤの径をφ30μmとし、電磁コイル3の捲線内径をφ80μmに設定されている。

図3および図5ならびに表1に示されるコイル部311およびコイル部312の前記溝11の長手方向の幅は、50μm、10μm、25μm等に設定され、前記間隙部の同幅も、それぞれ25μm、5μm、25μm等に設定されている。

表1

例	コイルの幅	ギャップの幅
A	50μm	25μm
B	10μm	5μm
C	25μm	25μm

電磁コイル 3 の捲線内径に対するアモルファスワイヤの径の比は、1. 0 0 5 ないし 1 0 の範囲内に設定され、アモルファスワイヤの径が  $\phi 10 \mu\text{m}$  ~  $100 \mu\text{m}$  の範囲内において設定されるので、アモルファスワイヤの径が  $\phi 10 \mu\text{m}$  の時は電磁コイル 3 の捲線内径は  $10.05 \mu\text{m}$  ~  $100 \mu\text{m}$  の範囲内で設定され、アモルファスワイヤの径が  $\phi 100 \mu\text{m}$  の時は電磁コイル 3 の捲線内径は  $100.5 \mu\text{m}$  ~  $1000 \mu\text{m}$  の範囲内で設定される。

アモルファスワイヤの径が  $\phi 10 \mu\text{m}$  のときは、電磁コイル 3 の捲線内径は  $11 \mu\text{m}$  ないし  $70 \mu\text{m}$  (1. 1 ~ 7 倍) であり、アモルファスワイヤの径が  $\phi 100 \mu\text{m}$  のときは、電磁コイル 3 の捲線内径は  $200 \mu\text{m}$  ないし  $300 \mu\text{m}$  (2 ~ 3 倍) である。

アモルファスワイヤの径が  $\phi 100 \mu\text{m}$  に対しアモルファスワイヤの長さを  $100 \mu\text{m}$  ~  $10000 \mu\text{m}$  に設定して、アスペクト比を 10 ~ 100 に設定すると、検出レンジは従来の 3 ~ 20 倍となるので、ワイドレンジが要求される自動車分野における適用を可能にするものである。

また感磁体 2 としてのアモルファスワイヤの長さが 0. 6 mm、0. 7 mm、0. 9 mm、1. 5 mm の 4 種類を用意し、アモルファスワイヤを図 7 に示される第 1 実施例より高い駆動電圧によって駆動した場合のそれぞれのレンジについて比較した結果を、図 9 に示す。図 9 における横軸は、外部磁場であり、縦軸は、出力電圧である。

図 9 から明らかなようにアモルファスワイヤの長さが最も短い 0. 6 mm のレンジが、 $\pm 45 \text{ G}$  でレンジが最も広く、アモルファスワイヤの長さが長くなるに従いレンジが狭くなり、1. 5 mm のものに比べて約 9 倍の広さがある。

さらに用意した感磁体 2 としてのアモルファスワイヤの長さが 0. 6 mm、0. 7 mm、0. 9 mm、1. 5 mm の 4 種類について、ワイヤ径を  $\phi 30 \mu\text{m}$  とした場合、測定可能範囲を決定する飽和磁場 (G) について、測定した結果を、横軸にワイヤ全長すなわちアスペクト比をとり、縦軸に測定可能範囲 (飽和磁場 (G)) をとり、図 10 に示した。図 10 から明らかなようにアモルファスワイヤの長さが 0. 6 mm、0. 7 mm、0. 9 mm、1. 5 mm の 4 種類について、飽和磁場 (G) は、ワイヤ全長すなわちアスペクト比に対して線形関係を示

している。

またアモルファスワイヤの径  $20\ \mu\text{m}$ 、電磁コイル 3 の捲線内径を  $\phi 80\ \mu\text{m}$  の時の目標素子全長である  $0.67\ \text{mm}$  に最も近いアモルファスワイヤの長さが  $0.7\ \text{mm}$  については、 $\pm 40\ \text{G}$  のワイドレンジを実現する。

アモルファスワイヤの長さが  $0.4\ \text{mm}$  のものについても、上述のレンジについて確認したが、上述の  $0.6\ \text{mm}$  のものに比べてさらに広いレンジが測定可能範囲となる。

本第 2 実施例の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、センサ感度を損なわずに検出レンジを広げることが出来、上述のように素子形状が小さいため、空間分解能が向上するとともに、素子の全長 (L) が小さいため周波数応答性が向上するという利点を有する。

上述の実施形態は、説明のために例示したもので、本発明としてはそれらに限定されるものではなく、特許請求の範囲、発明の詳細な説明および図面の記載から当業者が認識することができる本発明の技術的思想に反しない限り、変更および付加が可能である。

上述の第 1 実施例においては、一例として前記溝 11 の溝底面 110 においては隣合う上下方向のコイル部に連続するように幅方向に対して傾斜してコイル部 312 が延在形成するとともに、上基板 12 の下面 112 に前記電極配線基板 1 の長手方向に形成された溝 11 に直交する前記電極配線基板 1 の幅方向に片側のコイル 32 を形成する例について説明したが、本発明としてはそれらに限定されるものではなく、図 11 (A) に示されるようにコイル部 312 を傾斜して延在形成するとともに、片側のコイル 32 も傾斜して延在形成する例や、図 11 (B) に示されるようにコイル部 312 を前記電極配線基板 1 の長手方向に形成された溝 11 に直交する幅方向に形成するとともに、片側のコイル 32 を傾斜して延在形成する例を採用することが出来る。

また上述の第 1 実施例においては、一例として図 2 に示されるように前記電極配線基板 1 に矩形の溝 11 が形成された溝構造について説明したが、本発明としてはそれらに限定されるものではなく、図 12 (A) ないし (C) に示されるよ



うに前記電極配線基板 1 をエッチングによって除去して溝 11 を形成する場合、斜め上方よりエッチングした場合の U 字状、上方よりエッチングした場合の逆台形状または V 字状、台形状または逆 V 字状の溝を形成する実施形態を採用することが出来る。

さらに上述の第 1 実施例においては、一例として前記電極配線基板 1 に形成された溝 11 の内側壁面にコイルを配設する例について説明したが、本発明としてはそれらに限定されるものではなく、部材の表面に導電性の磁性金属薄膜を蒸着した後選択エッチングによって除去して螺旋状の電磁コイルを形成するものであればよく、例えば円形、矩形または多角形の横断面形状の絶縁材より成る線状部材の外側壁全面に導電性の磁性金属薄膜を蒸着により形成し、該線状部材を回転させて一定速度で送りながら一定ピッチの間隙部を形成すべく外側壁の磁性金属薄膜部を選択エッチング手法により螺旋状に除去することにより、螺旋状の電磁コイルを形成して、後で所定長さに切って、アモルファスワイヤを挿入する実施形態を採用することが出来る。

#### 産業上の利用可能性

以上のように、本発明の電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子は、非常に小型で高感度であるため、携帯電話用のセンサや腕時計用センサ等の小型電子機器用超小型磁気センサに適用することを可能にするとともに、小型でワイドレンジ化を実現するため自動車分野における適用を可能にするものである。

## 請求の範囲

1. ある方向に延在する延在溝が形成された電極配線基板と、  
該電極配線基板内の前記延在溝内に螺旋状に形成された一方のコイルと該一方  
のコイルの各上端を接続する他方のコイルとから成る電磁コイルと、  
前記電極配線基板の前記延在溝内に挿置される絶縁体と、  
該絶縁体内に介挿され、高周波またはパルス電流が印加される感磁体とから成  
り

高周波またはパルス電流が印加されるたときの前記電磁コイルに発生する外部  
磁界の強度に応じた電圧を出力する  
ことを特徴とする電磁コイル付マグネット・インピーダンス・センサ素子。

2. 前記感磁体が、アモルファスの導電性の磁性ワイヤから成る  
ことを特徴とする請求項 1 記載の電磁コイル付のマグネット・インピーダンス・セ  
ンサ素子。

3. 前記電磁コイルが、捲線内径が  $200\text{ }\mu\text{m}$  以下である  
ことを特徴とする請求項 2 記載の電磁コイル付のマグネット・インピーダンス・セ  
ンサ素子。

4. 前記電磁コイルが、1 ターン当たりの捲線間隔が  $100\text{ }\mu\text{m}$  / 巻以下であ  
る  
ことを特徴とする請求項 3 記載の電磁コイル付のマグネット・インピーダンス・セ  
ンサ素子。

5. 前記感磁体が、 $3\text{ mm}$  以下の長さに設定されている  
ことを特徴とする請求項 2 記載の電磁コイル付のマグネット・インピーダンス・セ  
ンサ素子。

6. 前記感磁体が、ワイヤ径に対する長さの割合のアスペクト比を10ないし100に設定されている

ことを特徴とする請求項2記載の電磁コイル付のマグネット・インピーダンス・センサ素子。

7. 前記電磁コイルの捲線内径が、前記感磁体のワイヤ径に対して1.005ないし10倍に設定されている

ことを特徴とする請求項6記載の電磁コイル付のマグネット・インピーダンス・センサ素子。

8. 前記電磁コイルが、捲線内径が $100\mu\text{m}$ 以下である  
ことを特徴とする請求項2記載の電磁コイル付のマグネット・インピーダンス・センサ素子。

9. 前記電磁コイルが、1ターン当たりの捲線間隔が $50\mu\text{m}$ /巻以下である  
ことを特徴とする請求項3記載の電磁コイル付のマグネット・インピーダンス・センサ素子。

図1

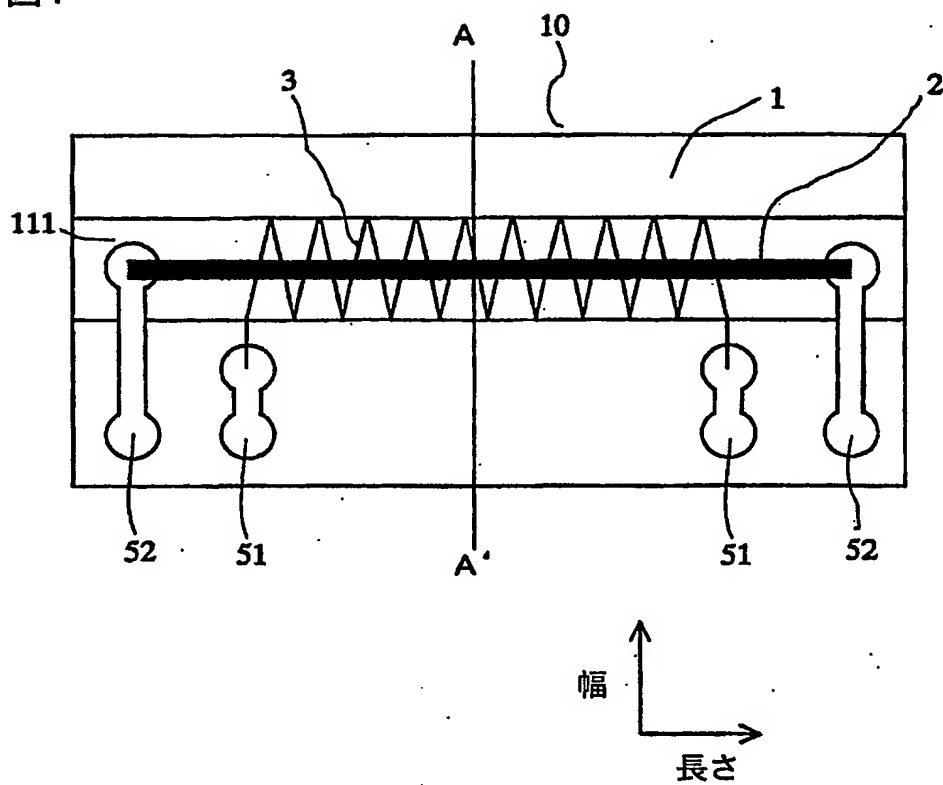


図2

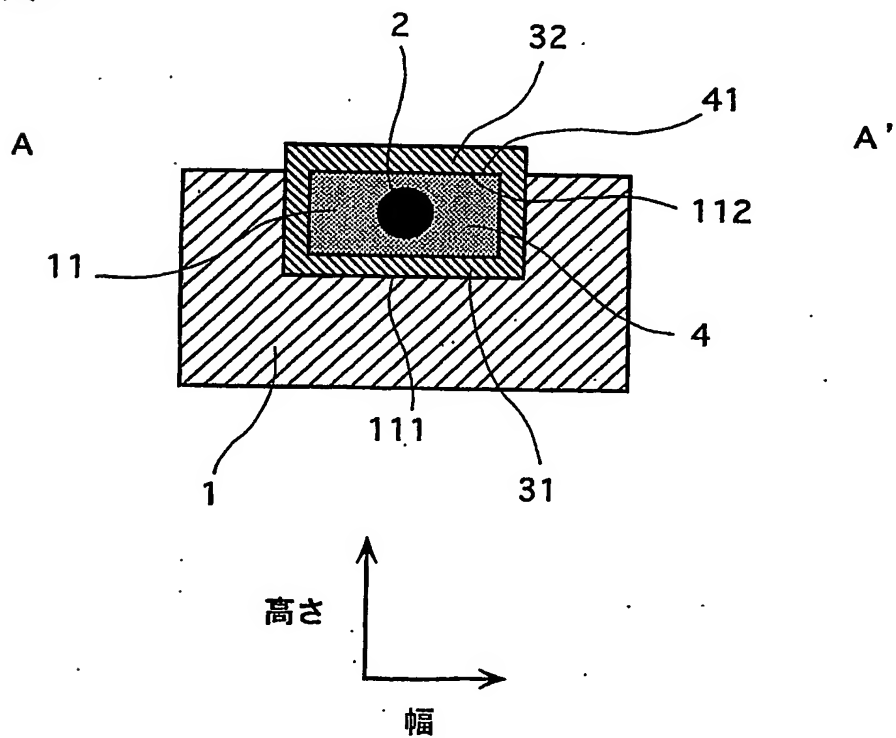


図3

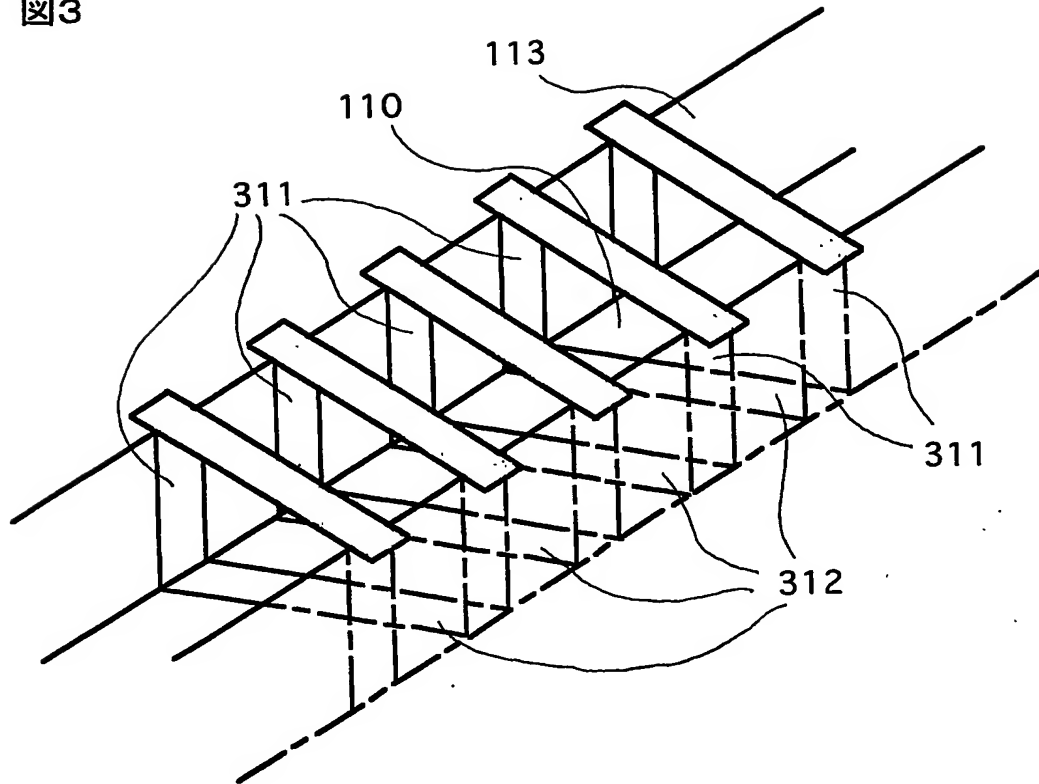


図4

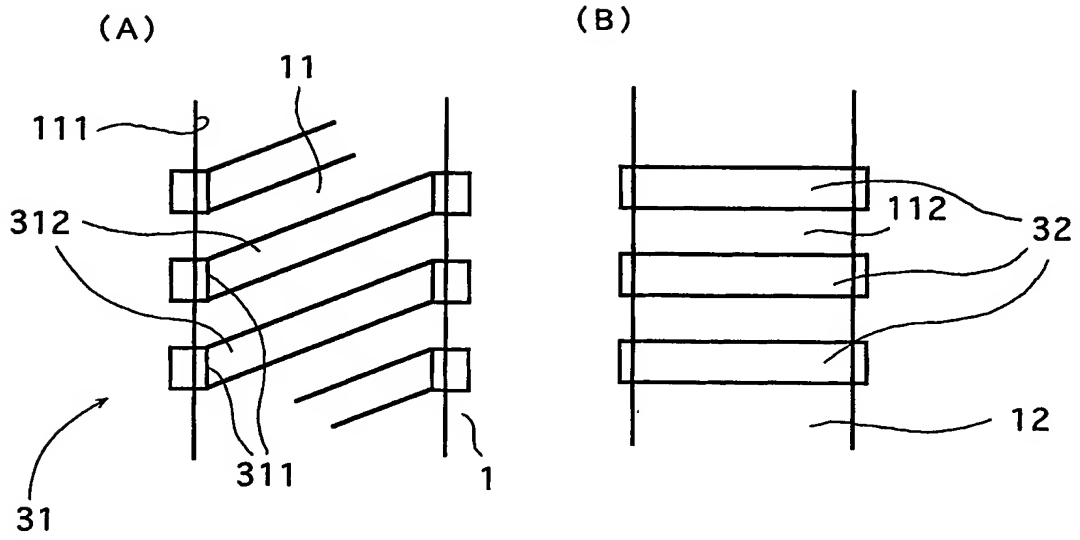


図5

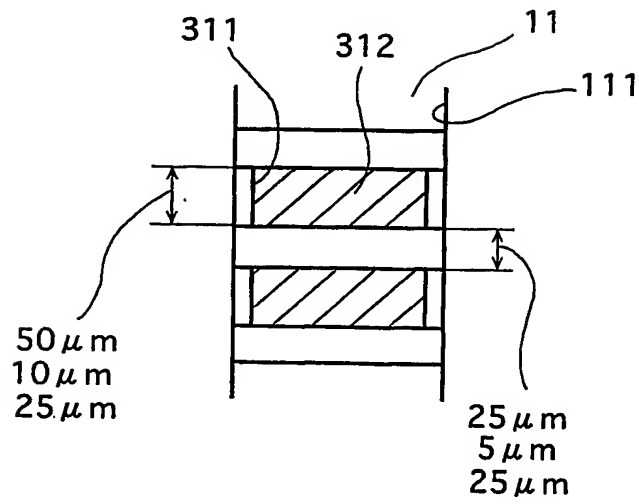


図6

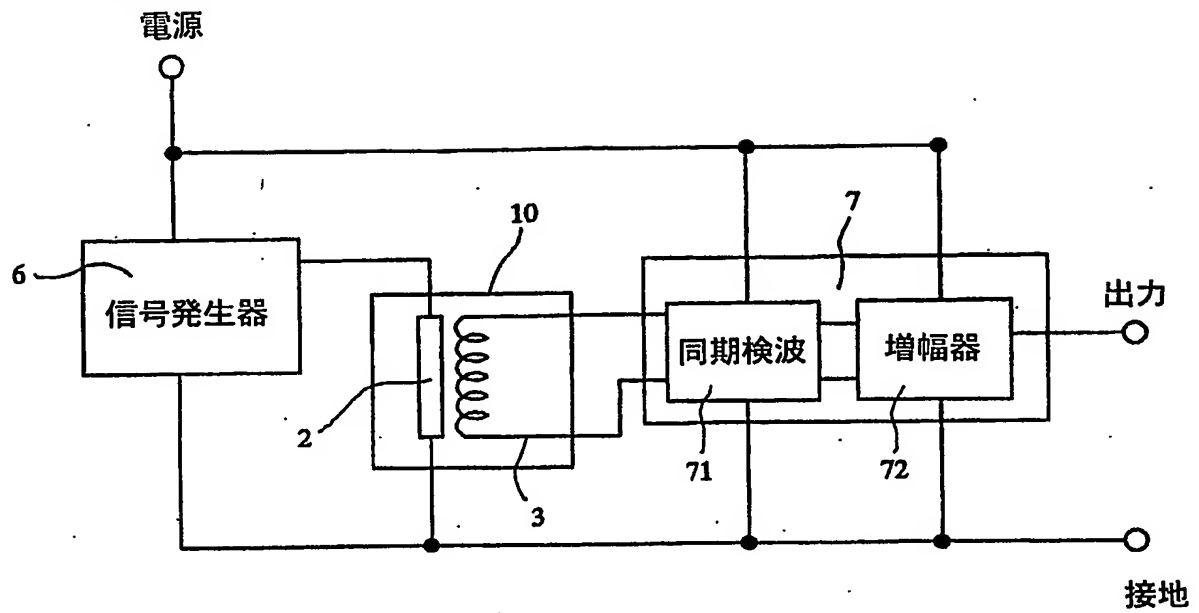


図7

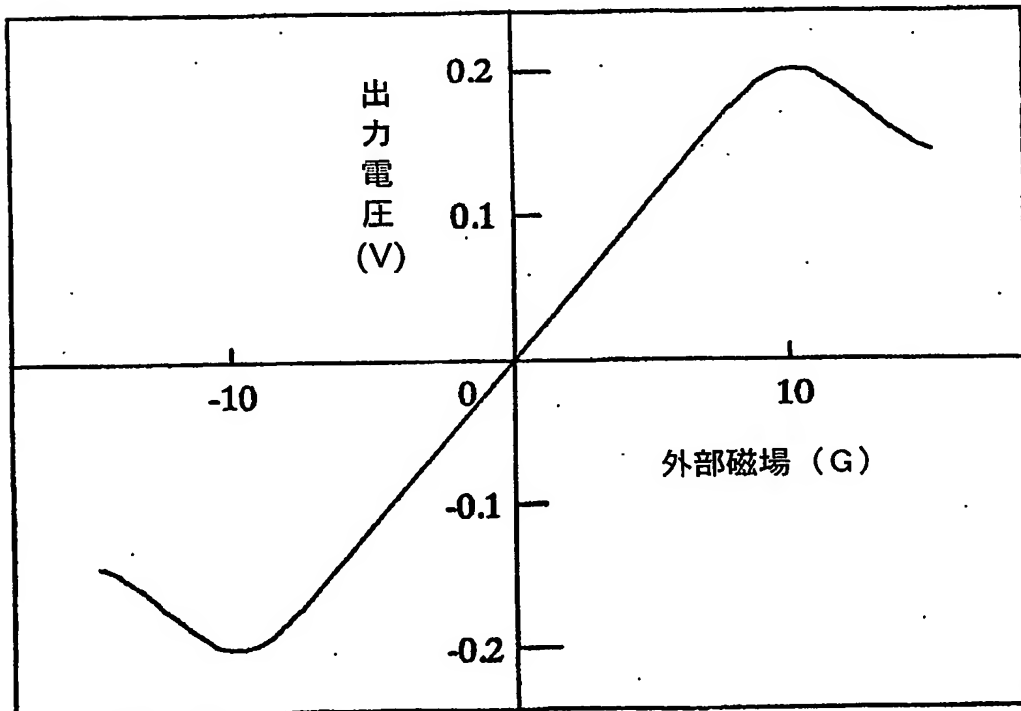


図8

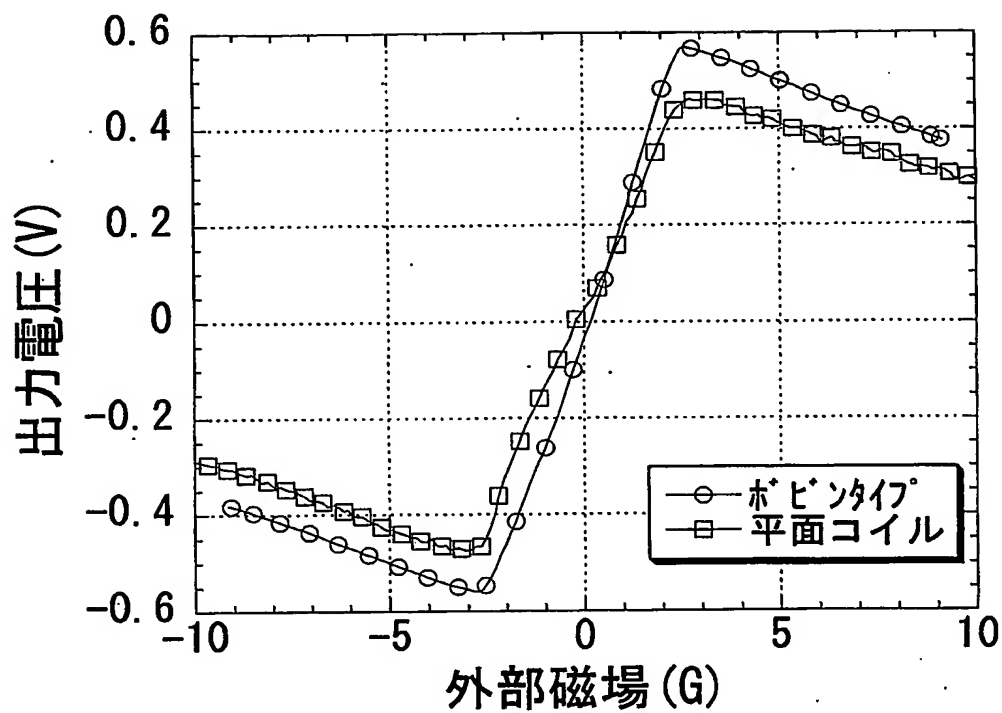


図9

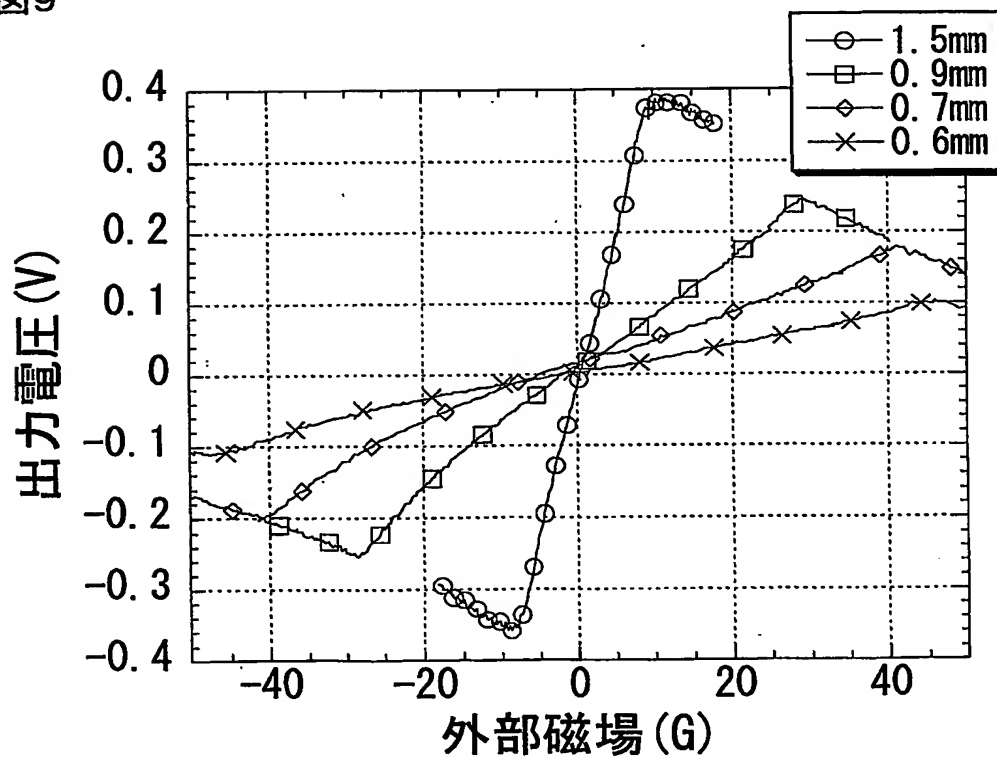




図10

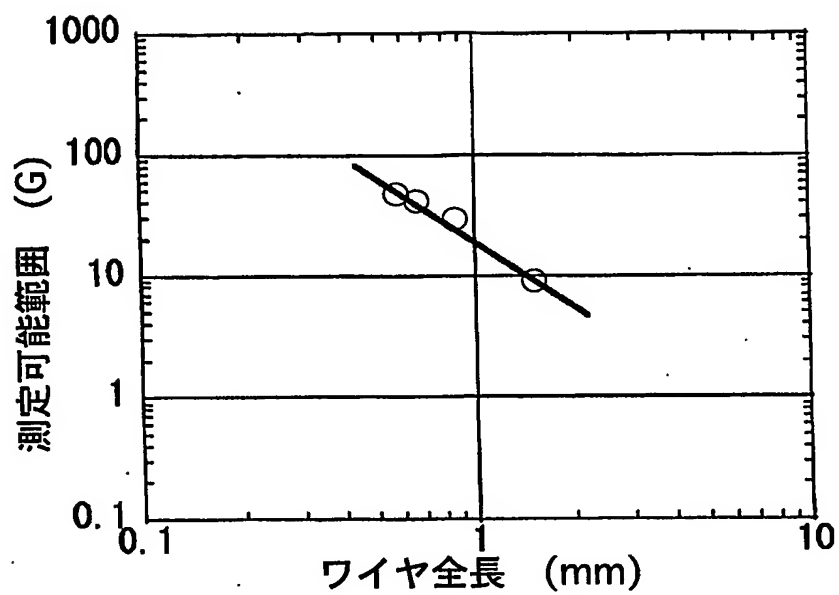
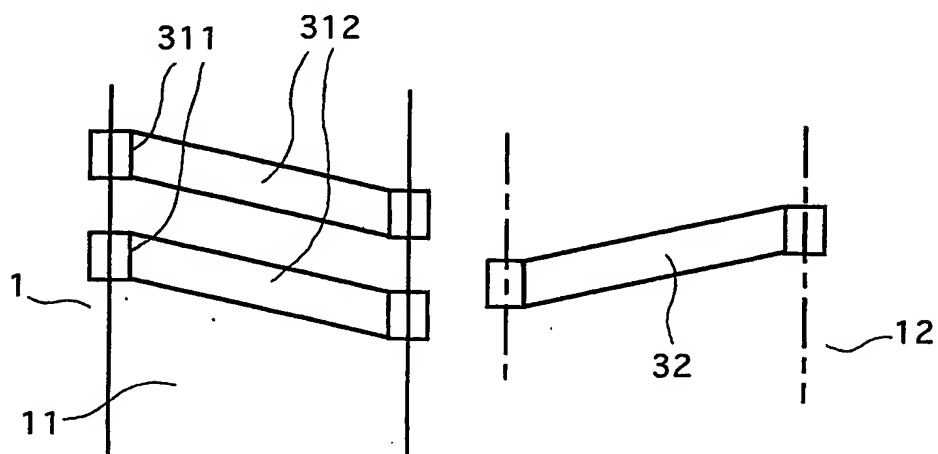


図11

(A)



(B)

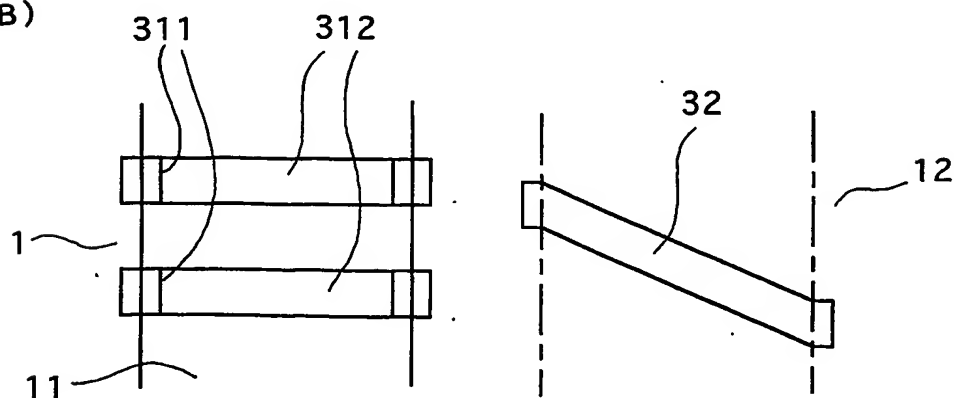


図12

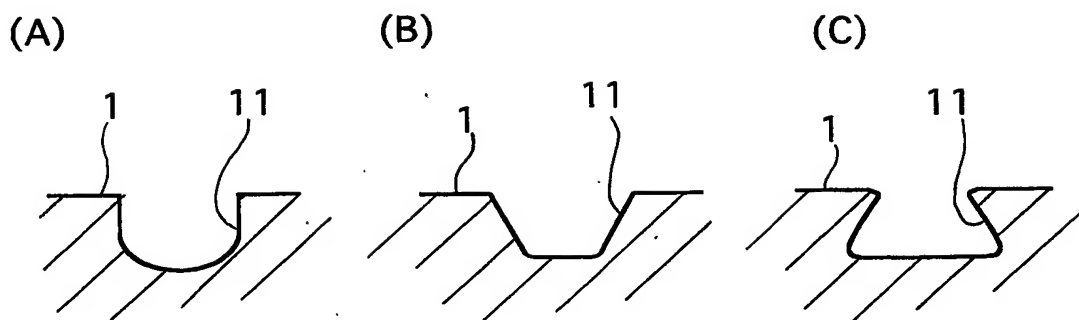
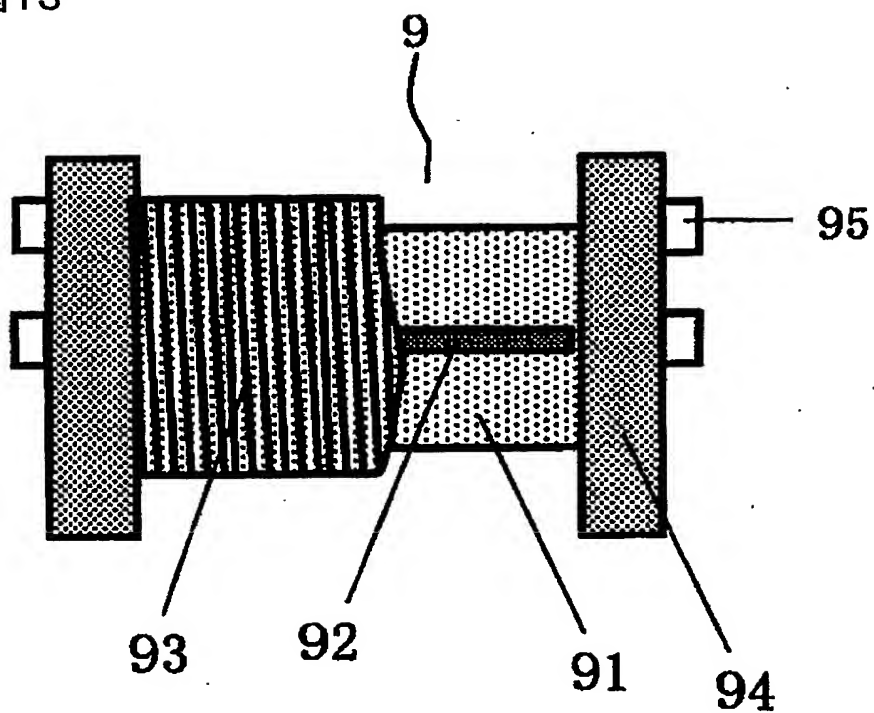


図13



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/01749

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G01R33/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G01R33/02-10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-318131 A (Minebea Co., Ltd.), 16 November, 2001 (16.11.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2001-133530 A (Aichi Steel Works Ltd.), 18 May, 2001 (18.05.01), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
22 May, 2003 (22.05.03)

Date of mailing of the international search report  
03 June, 2003 (03.06.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01R33/02

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01R33/02-10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-318131 A (ミネベア株式会社) 2001. 11. 16, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2001-133530 A (愛知製鋼株式会社) 2001. 05. 18, 全文, 図1 (ファミリーなし)	1-9

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22. 05. 03

国際調査報告の発送日

03.06.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中村 直行

2S

3005

電話番号 03-3581-1101 内線 3258